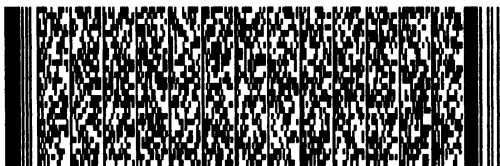


申請日期： 91.6.14	案號： 91112993
類別： HOLL 21/5	

(以上各欄由本局填註)

<b>公 告 本</b>	<b>發明專利說明書</b>	580723
--------------	----------------	--------

一、 發明名稱	中文	電鍍製程之控制方法及裝置
	英文	METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING A PLATING PROCESS
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 亞歷山大J·帕沙丁 2. 湯瑪士J·桑德曼
	姓名 (英文)	1. ALEXANDER J. PASADYN 2. THOMAS J. SONDERMAN
	國籍	1. 美國 2. 美國
	住、居所	1. 美國·德州78745·奧斯汀·蒲公英路8717號 8717 Dandelion Trail, Austin, TX, 78745, U.S.A 2. 美國·德州78717·奧斯汀·布瑞斯蓋特路16010號 16010 Braesgate Drive, Austin, TX, 78717, U.S.A
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 高級微裝置公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. ADVANCED MICRO DEVICES, INC.
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國·加州94088-3453·桑尼威·第1AMD區·M/S 68·郵政信箱3453號 One AMD Place, M/S68, P.O. Box 3453, Sunnyvale, CA 94088-3453 U.S.A
	代表人 姓名 (中文)	1. 理查·J·諾迪
	代表人 姓名 (英文)	1. RICHARD J. RODDY



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

美國 US

2001/07/02 09/897,626

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



## 五、發明說明 (1)

## [發明背景]

## [發明領域]

本發明係關於半導體製造之領域，更詳細來說，是有關於電鍍製程之控制方法及裝置。

## [相關技藝描述]

傳統積體電路設備，例如微處理器，大多是由幾千個半導體，例如電晶體來建構於半導體基體之表面而成，為使得積體電路設備能夠功能正常，這些電晶體必須經過電傳導相互連結架構來互相導電連接，大多的現代積體電路設備都是使用非常高密度封裝，即這些在基體上的電晶體之間的距離非常小；因此導體互連架構必須建立於多重層次，以便在半導體基體上節省劃分的空間。

典型的導體互連架構是經由多重之導電線路以及導電塞 (Conductive plugs) 所組成，通常稱之為 "接觸 (contacts)" 或者 "通孔 (vias)"，並且成形於設備的介電質材料中的個別不同的層次裡。依據習知技藝，導電塞就是不同層次的導電線路以及 (或者) 半導體設備，可能互相導電連接之處；對於某連接架構的類型而言，例如利用銅纜形成者，這些聯絡著各樣互相連接架構的導電線路，都是成形在介電質層所定義的凹溝槽裡。

所謂 "接觸" 通常是來定義一個互相連接架構 (例如多晶矽或金屬建構之) 到一個更底層之多晶矽層 (例如電晶體的源極/汲極，或者閘區)，至於 "通孔" 代表一個金屬到金屬之互相連接架構；對於接觸或者通孔而言，一個接



## 五、發明說明 (2)

觸開啟是形成於導電體上的絕緣層，然後第二導電層形成於該接觸開口處，並且建立與導電體的導電連通。

在第1A與1B圖中，有一個示範式之半導體裝置100，此半導體裝置100包括凹溝槽110，120以便形成導電線路互相連接架構，還有一個接觸開口處130來形成導電塞互相連接架構於一個基體絕緣層135上；接觸開口處130可以與一個下一層導電物137（例如金屬線路）溝通，該導電物137是形成於半導體裝置100之前一層之上；凹溝槽110，120與接觸開口處130則與一個或更多個阻障層140，以及/或者晶種層150連線，並且由一個導電層160（例如電鍍形成之銅金屬層）來填滿；晶種層150是使用虛線來表示，它與導電層160是於電鍍過程同時產生。有一阻止層(Stop)170用來供來保護基體絕緣層135，以避免於後來欲將層140，150以及超越過凹溝槽110，120與接觸開口處130之導電層160（參照第1B圖所表示）的多餘部分移除時，執行的研磨過程中被波及。

障阻層140的功能則是來抑制凹溝槽110，120與接觸開口處130的銅金屬充滿區域層發生電子遷移現象，電子遷移現象是因為線路上電子之流動造成銅金屬層之金屬離子移位之現象；這種電子遷移的力道常稱之"電子流"，經過段長時間後，因為離子位移而遺留的坑洞累積越來越多，最後可能發生短路現象，並造成半導體設備無法修復的損壞；一般用在阻障層的材質包括鈇金屬或者氮化鈇，一個示範式之阻障層140結構包括一個氮化鈇層與凹溝槽



## 五、發明說明 (3)

110與接觸開口處120連接線，並且有一鉍金屬層置於氮化鉍層之上。

晶種層150通常包含一個銅或銅合金製成之沈澱層，並且運用物理汽化沈澱過程（例如濺鍍法）所形成；晶種層150在稍後之電鍍處理導電層160以來填滿凹溝槽110、120與接觸開口處130的過程中，將與一電壓源連接，如此完成互相連接架構。

導電層電鍍之參數（例如電鍍時間、電解質溫度與電位）會影響導電層160之晶粒尺寸以及其完整性（例如有裂縫或坑洞出現），這些都會依次影響成品設備的電器參數；電鍍參數也會影響導電層160的厚度，如果導電層160的厚度不足夠厚，凹溝槽110、120與接觸開口處130也可能不足夠填滿；如果導電層160的厚度太過於厚，處理線路的效率與成本節省性將會降低，因為使用多餘的導電原料以及處理時間，還有研磨這些超越過凹溝槽110、120與接觸開口處130之多餘部分的導電材質所需要的原料，所浪費造成。

本發明就是要克服這些缺點，或者至少減少前面所描述之問題所造成的影響而研創者。

## [發明之概要]

本發明的觀點之一是著眼於控制電鍍過程之方法，此方法是包括，依據一個處方於晶圓上電鍍一層加工處理層，測量該加工處理層的厚度，然後基於此厚度來決定往後的下一個成形加工處理層時所需要至少一個處方的電鍍



## 五、發明說明 (4)

參數。

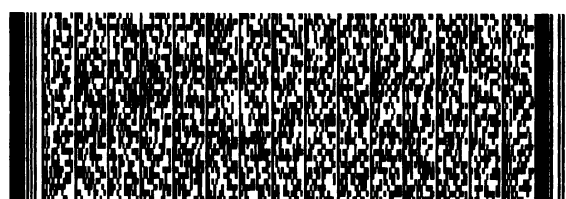
本發明的另外觀點之一是著眼於處理工作線，此處理工作線是包括電鍍工具、測量工具以及處理控制器；電鍍工具是依據處方，於晶圓上電鍍一層加工處理層之工作更能適應完成；測量工具是使得測量加工處理層的厚度之工作，更能適應完成，處理控制器則是，基於測量厚度來決定往後的下一個成形加工處理層時，所需要至少一個處方的電鍍參數。

由於本發明容許各樣的修正與更改的方法，因此特定之實施例將以圖示方法來舉例之，並且描述細節。然而請務必瞭解，以下本特定之實施例之用意並不是限制本發明所可能出現的某一特定方式，相反的，在不違背本發明所附申請專利範圍內所界定之廣義精神和觀點情況下，各種的變更方式或修飾，皆應屬於本發明之範圍。

[特定實施例之詳細說明]

茲將本發明之實施例說明如下；在此特別澄清，並不是將所有實際施行完成的功能特色都包括於本說明之中，當然也要瞭解發展此類型之實施例時，為了達到發展實行者的目標，必須做許多實施上之決定，例如必須順從考慮與系統相關或者是業務相關之限制，然而這些是隨著不同的實際施行而有所不同；此外務必瞭解這種發展施行可能是很複雜、費時，但是在此平常之技藝所作的例行程式將會因本發明之方法而受益良多。

首先參考第2圖，是依據本發明所提供方式，處理晶



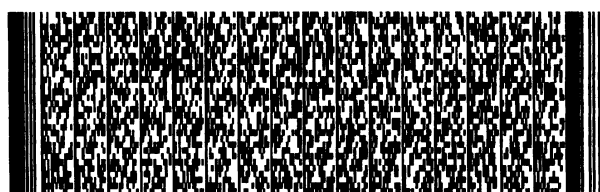
## 五、發明說明 (5)

圖 210 時使用的處理作業線 200 之簡圖。處理作業線 200 包括電鍍工具 220、處理控制器 230 以及測量工具 240；在這個說明實施例中，電鍍工具 220 是運用來電鍍一層銅金屬層在半導體晶圓 210 之上，以便形成互連架構。雖然本發明係說明成猶如可實施為控制電鍍銅金屬層的厚度以便填入互連架構，但是其運用方式並不以此為限，亦可應用於製造各樣種類架構中之其他種類之處理層之電鍍之用。

處理控制器 230 與電鍍工具 220 介面連線，根據與電鍍銅金屬層的厚度有相關的處方參數（例如電鍍時間、電解質溫度與電位）所建立的模式，以便來更改電鍍工具 220 之操作參數；測量工具則提供厚度測量給處理控制器 230，以便更新模式與預測後來之處方的參數。

典型的電鍍一層材料至晶圓的電鍍處理方法包括，將晶圓浸沒於電解質液體之中，並且施加電壓到先前已形成之晶種層（參照第 1 圖）電解質溶液的特定溫度範圍與施加於晶種層的電位，是依據特定的用途、形成層之厚度以及拓撲基礎原理來設定之。處理控制器 230 可使用之用來決定處方的溫度與電位參數之動態範圍可能受限於實際細粒度尺寸之限度。特定之粒度尺寸之限度也是取決於用途而可能隨著電鍍材質、電鍍材質預期之厚度而改變。

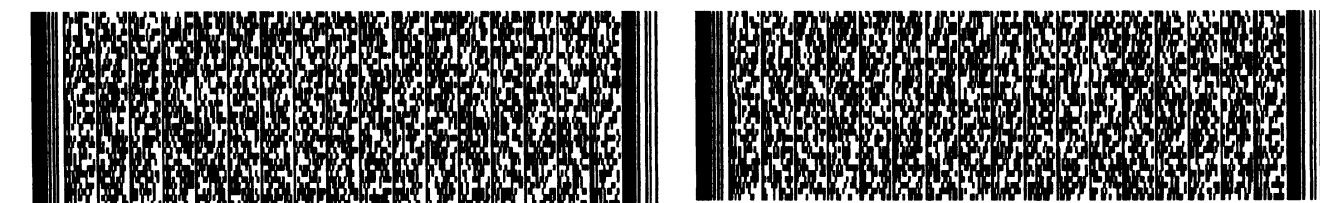
處理控制器 230 所使用之控制模式可依據從測量工具 240 輸入之數值，與用來形成測量晶圓 210 的處方參數來產生及或更新。Metapulse 工具是一個由 Rudolph Technologies of Flanders 公司所提供，適合用以測量銅



## 五、發明說明 (6)

金屬層厚度之標準式測量工具 240，另外一個測量銅金屬層厚度之技術是由美國專利人代號 (Attorney Docket No. 20000.075900, Client Docket No. TT4637)，名稱為 "METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING OUTPUT CHARACTERISTICS USING TOOL STATE DATA" (利用工具狀態資料決定輸出特性的方法與裝置)，由 Alexander J. Pasadyn 與 Thomas J. Sonderman 所申請專利之說明書中有記載，本專利完全參考該專利；上文說提及之專利的工具狀態監測功能，將於本實施例之中之測量工具 240 所運用。

在本實施例說明中，處理控制器 230 是一套具有程式設計軟體的電腦，以施行上述的功能，然而，如熟識一般技藝者所認知，一種為該特定功能所設計的硬體控制器也可以運用本發明的部分細節與相對應之細節描述，係運用電腦記憶體中資料位元操作方式，以軟體、或演算法以及記號代表之方式來表現。這些描述與表示方法係熟識該項技藝者用以有效的將他們的工作實體傳達給其他熟習此技藝者之表現方式。本發明所使用之 "演算法" (algorithm) 一詞，是一般相信為有條理之連續步驟至期望的結果。這些步驟就是實質上操作實質 (物理) 量所需要之步驟，雖然並不一定是，但通常這些量是指可以以光學式、電子式或者磁場訊號來儲存、傳輸、結合、比較以及其他類似運作之物理量。現今原則上為了能夠共同使用，這些訊號可以是以位元、數值、元素、符號、字元、名詞用語、數字與



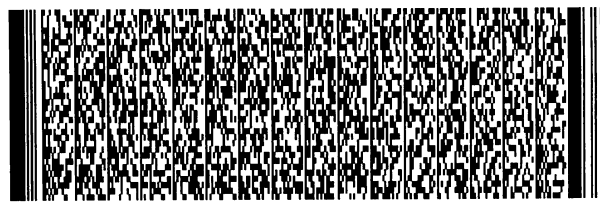
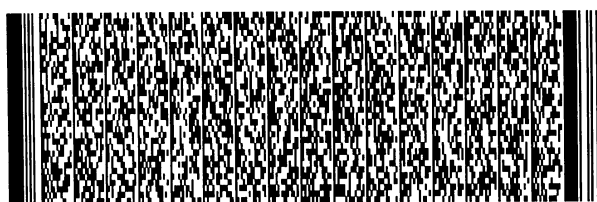
## 五、發明說明 (7)

類似之型態呈現，這種方式經證實具方便與效率。

請注意，所有與類似之名詞用語是和實際量相結合，並且只是附加於這些量的方便辨認之標誌；除非有特別標示，或可由討論中顯然明白，例如"處理 (processing)"、或"計算 (computing)"、或"估算 (calculating)"、或"決定 (determining)"、或"顯示"或類似者的名詞用語，是指電腦系統或相似電子計算設備的活動及處理，這些電腦系統或相似電子計算設備可以處理、轉換由電腦系統的暫存器與記憶體的实际電子量所代表的資料，成為其他由電腦系統的暫存器與記憶體，或類似資訊儲存、傳輸、顯示設備，的实际電子量所代表的類似資料。

一個可以適用於執行處理控制器 230 之功能的示範式系統軟體，是先進式處理控制 (APC Advanced Process Control) 架構，例如由 KLA-Tenor, Inc. 公司提供的 Catalyst System 系統所製作完成，Catalyst System 系統使用依據 SEMI (Semiconductor Equipment and Material International 國際組織提供的電腦整合製造架構作為系統技術，並利用 APC 架構為其架構。CIM (SEMI E81-0699-CIM 架構領域結構之暫訂規範) 以及 APC (CIM 架構先進式處理控制元件之暫訂規範) 是由 SEMI 公開之臨時規範。

基於由測量工具 240 測量出來之銅金屬層厚度，處理控制器 230 預測出，會影響下一晶圓或者下一批晶圓之銅金屬層厚度的作業中處方方法參數，以便達到最接近之目



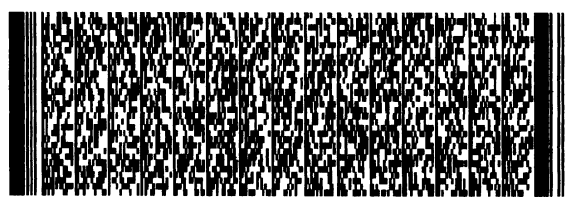
## 五、發明說明 (8)

標數值。最主要會影響銅金屬層厚度之因素有電鍍時間、溫度與電位。遞增的溫度與電位通常會造成於一定之電鍍時間之內之銅金屬層厚度線性遞增。

至於改變處方，處理控制器 230 會於一個現有基本之處方改變一個或一個以上的參數，但是也有可能提供一個全新的處方，例如處理控制器 230 可能會逐漸地遞增或遞減，前次的處方的電鍍時間、電解質溫度與電位；或者也可能一個基於所測量之銅金屬層厚度，決定一個全新的絕對電鍍時間、溫度與電位。

電鍍厚度模式可以是由處理控制器 230 來產生，或者另外也可能由不同的處理資源（未圖示）經過發展後儲存於處理控制器 230；電鍍厚度模式亦可以由電鍍工具 220 發展的，或者也可能由不同，但具備類似操作特性的工具（未圖示）發展而來。舉例說明之，此處假設電鍍厚度模式可以是由處理控制器 230 依據電鍍工具 220 利用度量衡工具 240 所測量結果所作的實際操作來產生與更新，或者是由其他的處理資源，電鍍厚度模式是由電鍍工具 220 經過多次執行的歷史資料所收集驗證而得到。

熟習此技藝者所熟知之各種模式化技術，大多適合運用於建構於銅金屬電鍍模式，其控制模式可以憑經驗地使用眾所知曉的線性或非線性技術。該控制模式可能只是相當簡易方程式模式（例如線性、指數性、加權平均值等），或者是更複雜的模式，例如神經網路模式、主要元件分析（PCA）模式、或是預估至潛伏架構（PLS）模式；這



## 五、發明說明 (9)

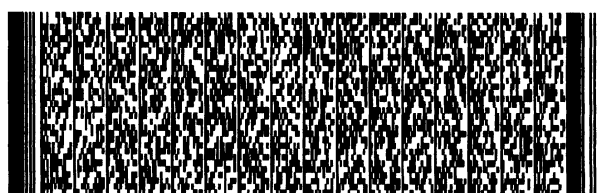
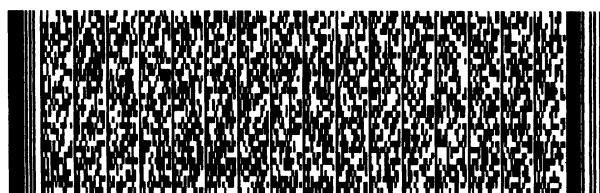
些特定模式的建構是依照所選擇之模式化技術而定。

一旦控制模式可以開始測試以及/或者練習時，將可以運用於生產環境來預估電鍍工具220的操作；處理控制工具230則是預估電鍍之控制參數，而電鍍工具220運用之處方，也會隨之更改。在生產環境中，度量衡工具240作定期性的測量提供給處理控制工具230當作回饋訊號來更新電鍍處理模式。

因為測量銅金屬層厚度需要時間，因此在電鍍工具220運用之處方方法被更新之前，可能有一批或一批以上的延遲時間，所以只要處理控制器230一接到從度量衡工具240傳來的資料，並且依照電鍍處理模式來處理之後，馬上會更新其處方。

現在請參照第3圖，是依據本發明所描述之另一個實施例，控制電鍍處理的方法所呈現之流程圖。方塊300是依照處方電鍍一處理層（例如銅金屬）於晶圓上；方塊310則是測量處理層的厚度；方塊320之時，處方會依據測量過之厚度，為後來要形成之處理層，來決定至少一個電鍍參數（例如電鍍時間、電解質溫度與電位元）。

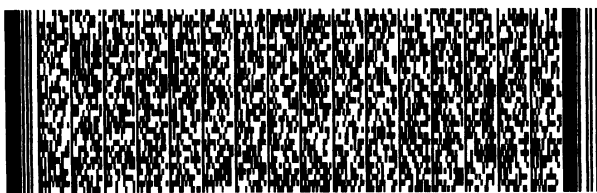
上文所描述為後續生產，而利用厚度測量回饋訊息來改變作業之處方參數之方式具有多項優點。因為控制住銅金屬層厚度，設備產出之一致性遞增，並且材料之浪費（例如多餘之銅）和處理的無效率性（例如過厚處理層之研磨時間）將會減少；通常，較嚴格處理控制會產生較高水準、較高比例之快速，較高利潤的半導體裝置。處理控



## 五、發明說明 (10)

制可就每批次執行。就每批次之控制方式准許電鍍工具220執行時作遞增式改變，如此可以使得厚度保持其一致性。

本特定之實施例只是為範例說明，而本發明可能由熟識該項技藝者於本文所指導受益之後，運用不同但是相等之方法來作更改或實施，再且，除了後文所提的申請專利範圍之外，本文所提之架構或設計細節將不受到限制。雖然以上之說明係以本發明之實施例加以說明，但理應瞭解在不違背本發明所一附申請專利範圍內所界定之廣義精神和觀點情況下，各種的變更方式或修飾，皆應屬於本發明之範圍。



## 圖式簡單說明

## [圖式簡單說明]

本發明可以依據所附之圖表中，所參照符號代表之元素，所作的以下描述來更清楚闡明，附圖包括：

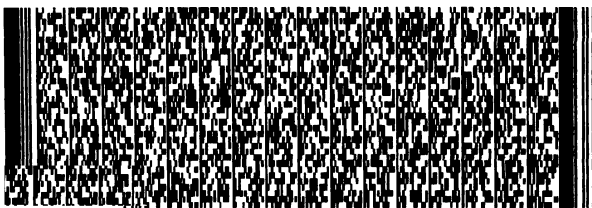
第1A圖與第1B圖是一個示範式之半導體設備，其中包含充滿導電材料之相互連接特點，所呈現之橫斷面圖。

第2圖則是依據本發明所描述之實施例，處理晶圓時使用的處理工作線之簡圖。

第3圖則是依據本發明所描述之另一個實施例，控制電鍍處理的方法之流程簡圖。

## [元件符號之說明]

100	半導體裝置	110、120	凹溝槽
130	開口處	135	基體絕緣層
137	導電物	140	阻障層
150	晶種層	160	導電層
170	阻止層	200	處理工作線
210	晶圓	220	電鍍工具
230	處理控制器	240	測量工具



## 四、中文發明摘要 (發明之名稱：電鍍製程之控制方法及裝置)

一種控制電鍍製程的方法，包括依照處方形成處理層於晶圓上；測量處理層之厚度；依據所測量之厚度，決定後來要形成之處理層之處方之電鍍參數。處理工作線包括一個電鍍工具、一個測量工具以及處理控制器；電鍍工具適用於依照處方形成處理層於晶圓上；測量工具適用於測量處理層之厚度；處理控制器適用於依據所測量之厚度，決定後來要形成之處理層之處方之至少一個電鍍參數。

## 英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING A PLATING PROCESS)

A method for controlling a plating process includes plating a process layer on a wafer in accordance with a recipe; measuring a thickness of the process layer; and determining at least one plating parameter of the recipe for subsequently formed process layers based on the measured thickness. A processing line includes a plating tool, a metrology tool, and a process controller. The plating tool is adapted to form a process layer on a wafer in accordance with a recipe. The



四、中文發明摘要 (發明之名稱：電鍍製程之控制方法及裝置)

英文發明摘要 (發明之名稱：METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING A PLATING PROCESS)

metrology tool is adapted to measure a thickness of the process layer. The process controller is adapted to determine at least one plating parameter of the recipe for subsequently formed process layers based on the measured thickness.



## 公告本

## 六、申請專利範圍

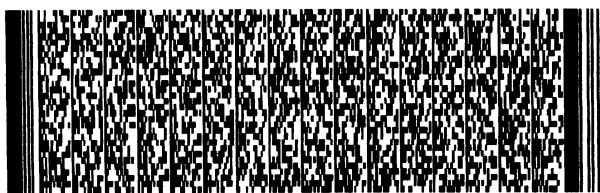
1. 一種控制電鍍製程之方法，包括下列步驟：  
依照處方電鍍一處理層於晶圓上；  
測量處理層之厚度；並且  
依據所測量之厚度，決定後來要形成之處理層之處方之至少一個電鍍參數。
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中，決定該處方中至少一個電鍍參數之步驟更進一步包括決定處方中的電鍍時間、電解質溫度與電位之至少其中一項。
3. 如申請專利範圍第2項之方法，其中，決定該處方中至少一個電鍍參數之步驟更進一步包括因應所測得之處理層厚度小於目標值而增加處方的電鍍時間、電解質溫度與電位之至少其中一項。
4. 如申請專利範圍第2項之方法，其中，決定該處方中至少一個電鍍參數之步驟更進一步包括因應所測得之處理層厚度為大於目標值而減少處方的電鍍時間、電解質溫度與電位之至少其中一項。
5. 如申請專利範圍第1項之方法，電鍍一處理層之步驟更包括電鍍一銅金屬層。
6. 一種控制電鍍製程之方法，包括下列步驟：  
依據處方電鍍一處理層於晶圓上；  
測量處理層的厚度；  
依據所測量之厚度，決定後來要形成之處理層之處方之電解質溫度參數。
7. 如申請專利範圍第6項之方法，其中，決定該處方中之



## 六、申請專利範圍

電解質溫度參數之步驟更進一步包括因應所測得之處理層厚度為小於目標值而增加電解質溫度參數。

8. 如申請專利範圍第6項之方法，其中，決定該處方中之電解質溫度參數之步驟更進一步包括因應所測得之處理層厚度為大於目標值而減小電解質溫度參數。
9. 如申請專利範圍第6項的方法，其中，電鍍一處理層更包括電鍍一銅金屬層。
10. 一種控制電鍍製程之方法包括下列步驟：
  - 依據處方電鍍一處理層於晶圓上；
  - 測量處理層的厚度；
  - 依據所測量之厚度，決定後來要形成之處理層之處方之電位參數。
11. 如申請專利範圍第10項之方法，其中，決定該處方中之電位參數之步驟更進一步包括因應所測得之處理層厚度為小於目標值而增加電位參數。
12. 如申請專利範圍第10項之方法，其中，決定該處方之電位參數之步驟更進一步包括因應所測得之處理層厚度為大於目標值而減低電位參數。
13. 如申請專利範圍第10項之方法，其中，電鍍一處理層更包括電鍍一銅金屬層。
14. 一種處理工作線，包括：
  - 電鍍工具，適用於依照處方形成處理層於晶圓上；
  - 測量工具，適用於測量處理層之厚度；



## 六、申請專利範圍

處理控制器，適用於依據所測量之厚度，決定後來要形成之處理層之處方之電鍍參數。

15. 如申請專利範圍第14項之處理工作線，其中，該處理控制器更進一步適用於決定該處方中之電鍍時間、電解質溫度與電位之至少其中一項。

16. 如申請專利範圍第15項之處理工作線，其中，該處理控制器更進一步適用於因應所測得之處理層厚度為小於目標值而決定增加處方的電鍍時間、電解質溫度與電位之至少其中一項。

17. 如申請專利範圍第15項之處理工作線，其中，該處理控制器更進一步適用於因應所測得之處理層為大於目標值而決定減少處方的電鍍時間、電解質溫度與電位之至少其中一項。

18. 如申請專利範圍第14項之處理工作線，其中，該處理層更包括銅金屬層。

19. 一種處理工作線，包括：

電鍍工具，適用於依照處方形成處理層於晶圓上；

測量工具，適用於測量處理層之厚度；

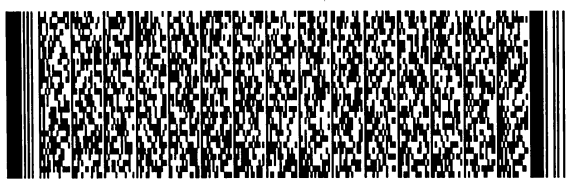
處理控制器，適用於依據所測量之厚度，決定後來要形成之處理層之處方之電解質溫度參數。

20. 如申請專利範圍第19項之處理工作線，其中，該處理控制器更進一步適用於因應所測得之處理層厚度為小於目標值而決定增加電解質溫度參數。



## 六、申請專利範圍

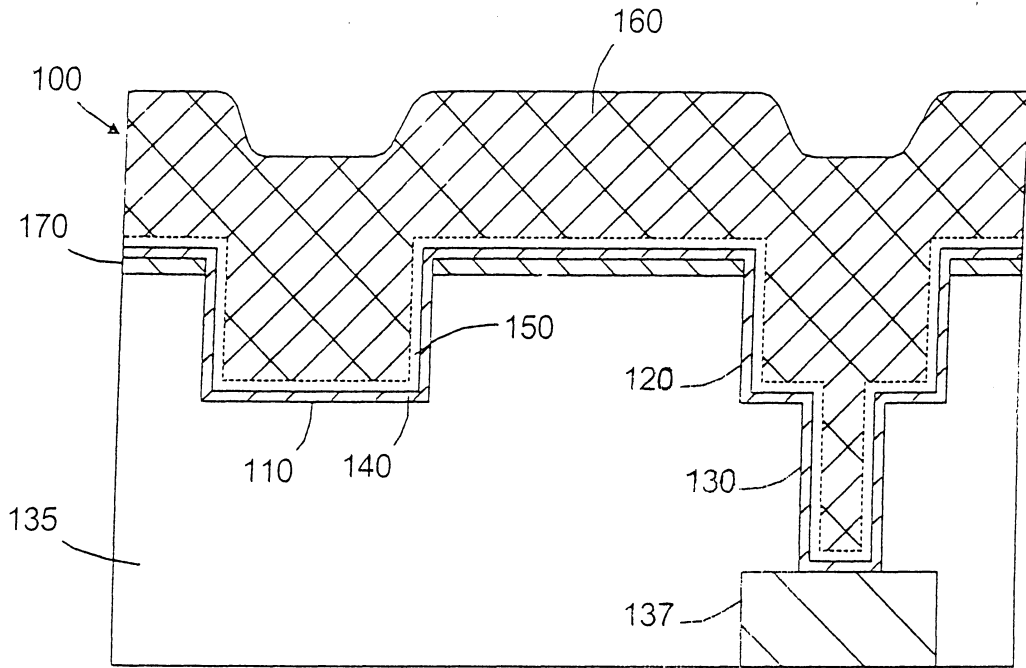
21. 如申請專利範圍第19項之處理工作線，其中，該處理控制器更進一步適用於因應所測得之處理層厚度為大於目標值而決定減小電解質溫度參數。
22. 如申請專利範圍第19項之處理工作線，其中，該處理層更包括銅金屬層。
23. 一種處理工作線包括：  
電鍍工具，適用於依照處方形形成處理層於晶圓上；  
測量工具，適用於測量處理層之厚度；  
處理控制器，適用於依據所測量之厚度，決定後來要形成之處理層之處方之電位參數。
24. 如申請專利範圍第23項之處理工作線，其中，該處理控制器更進一步適用於因應所測得之處理層厚度為小於目標值而決定增加電位參數。
25. 如申請專利範圍第23項之處理工作線，其中，該處理控制器更進一步適用於因應所測得之處理層厚度為大於目標值而決定減小電位參數。
26. 如申請專利範圍第23項之處理工作線，其中之處理層更包括銅金屬層。
27. 一種處理工作線包括：  
電鍍工具，是適用於依照處方形形成處理層於晶圓上；  
測量工具，適用於測量處理層之厚度；  
處理控制器適用於依據所測量之厚度決定後來要



六、申請專利範圍

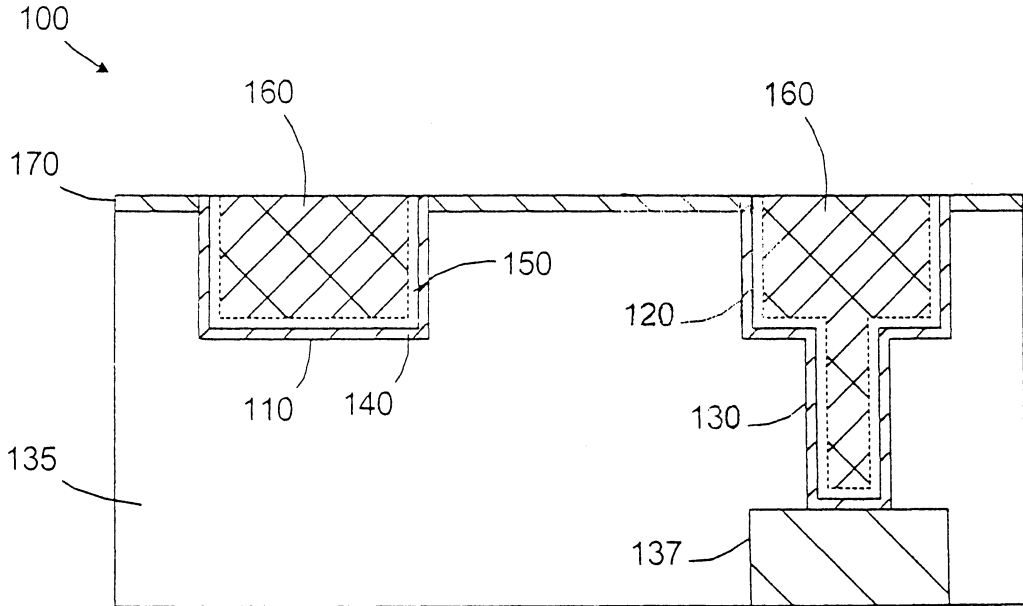
形成之處理層之處方之電鍍參數。





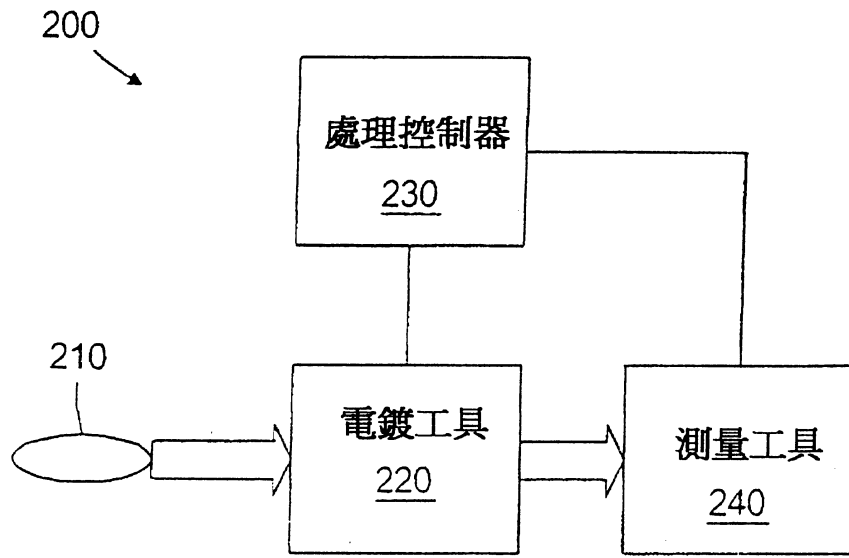
第1A圖

(先前技術)

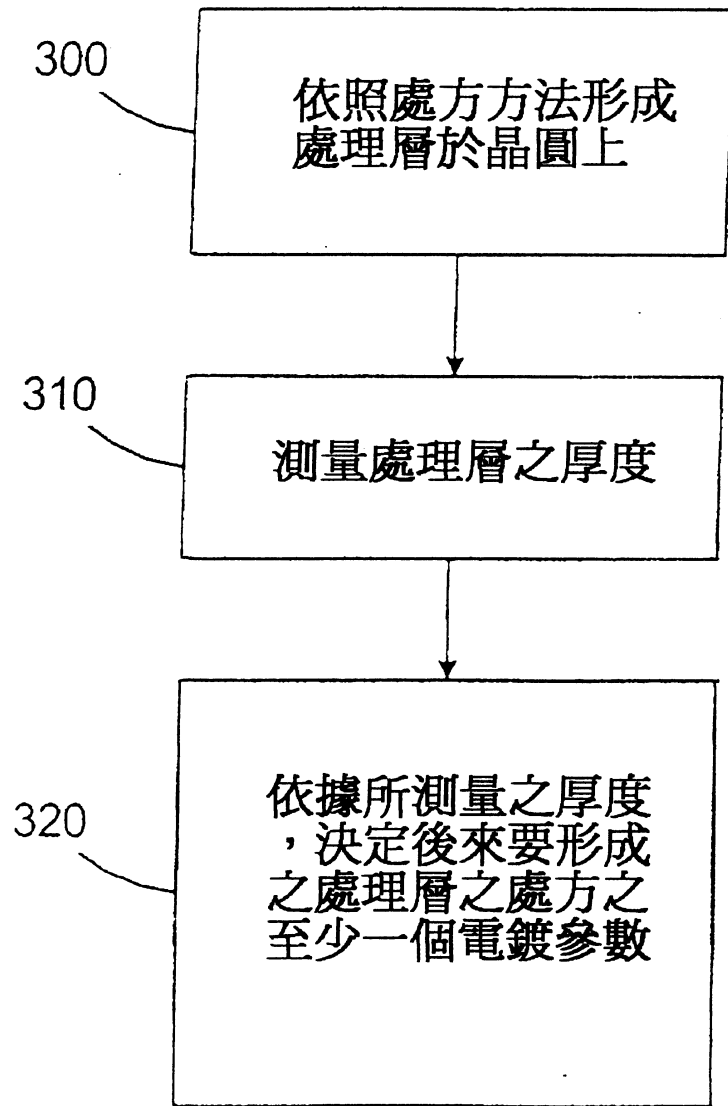


第1B圖

(先前技術)



第2圖



第3圖